

Fiche de Données de Sécurité (SDS/FDS)

Trifluorométhane (R23 / HFC-23)

N° CAS : 75-46-7 N° ONU : 1984 Date : 29 août 2026 Version : V1.0

1 Identification du produit chimique et de l'entreprise

1.1 Identifiant du produit

Nom chimique	Trifluorométhane
Synonymes	R23, HFC-23, HFC23, Fluoroforme, Fréon 23, FE-13
Numéro CAS	75-46-7
Numéro ONU	1984 (gaz liquéfié sous haute pression)
Numéro de marchandises dangereuses	22026 (Classe 2.2 Gaz non inflammable, non toxique)
Formule moléculaire	CHF ₃
Masse moléculaire	70.01 g/mol
Utilisations principales	Fluide frigorigène à très basse température (étage à basse température des systèmes de réfrigération en cascade), agent d'extinction (système d'inondation totale), gaz de gravure pour semiconducteurs, intermédiaire de synthèse organique

1.2 Informations sur le fabricant/fournisseur

Nom du fournisseur	Hangzhou Wula Chemical Co., Ltd.
Adresse	N° 7, route Longtan, district de Yuhang, Hangzhou, Zhejiang, Chine
Code postal	311100
Téléphone	+86-571-87024025
Télécopie	+86-571-87024025
Courriel	safety@wulachem.cn

1.3 Téléphone d'urgence

Ligne d'urgence chimique nationale (Chine) : +86-532-83889090 (24 heures)

Urgence chimique du Zhejiang : +86-571-88071797

Téléphone d'urgence du fournisseur : +86-571-87024025

2 Identification des dangers

2.1 Classification des dangers SGH

Classification des dangers :

- Gaz sous pression (danger physique) — gaz liquéfié sous haute pression
- Toxicité spécifique pour certains organes cibles - exposition unique (danger pour la santé, effets narcotiques) — Catégorie 3 (à fortes concentrations)

Note : Les gelures causées par le contact du liquide avec la peau/les yeux sont une blessure physique due au froid ; il n'existe pas de catégorie « gelure » dédiée dans le SGH. Cette substance est de classe A1 ASHRAE (non inflammable, faible toxicité). Le danger physique principal est le gaz sous pression.

2.2 Éléments d'étiquetage SGH



GHS04 Gaz sous pression

Mot de signalisation : ATTENTION

Mentions de danger :

H280 Contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur.

H336 Peut provoquer somnolence ou vertiges (à fortes concentrations).

Conseils de prudence :

P102 Tenir hors de portée des enfants. Lire l'étiquette avant utilisation.

P271 Utiliser uniquement à l'extérieur ou dans un local bien ventilé.

P280 Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage.

P304+P340 EN CAS D'INHALATION : Faire transporter la personne à l'extérieur et la maintenir dans une position où elle peut respirer confortablement.

P308+P313 EN CAS d'exposition ou de doute : Consulter un médecin.

P403 Stocker dans un endroit bien ventilé.

P410+P403 Protéger du rayonnement solaire. Stocker dans un endroit bien ventilé.

P405 Garder sous clé.

2.3 Autres dangers

- La vapeur est plus lourde que l'air et peut se propager le long du sol, s'accumulant dans les zones basses et créant des environnements déficients en oxygène.
- Ce produit est non inflammable, mais se décompose à haute température (>400 °C) en produisant des gaz toxiques et corrosifs (fluorure d'hydrogène, etc.).
- Les bouteilles peuvent éclater sous l'effet de la chaleur en raison de l'augmentation de la pression interne.
- À fortes concentrations, peut provoquer une asphyxie simple et une sensibilisation cardiaque (arythmie).

Note sur la température critique :Le R23 a une température critique de 25.9 °C (78.6 °F), proche de la température ambiante. Lorsque la température ambiante dépasse 25.9 °C, la substance dans la bouteille passe à un état de fluide supercritique, et la pression de vapeur augmente brusquement jusqu'à la pression critique (environ 4.84 MPa / 701.6 psia), ce qui impose des exigences extrêmes à la résistance à la pression de la bouteille. La température doit être strictement contrôlée pendant le transport et le stockage estivaux afin d'éviter la surchauffe et la surpression.

3 Composition/informations sur les ingrédients

3.1 Substance/mélange

Ce produit est une substance pure.

3.2 Informations sur la composition

Nom du composant	Numéro CAS	Concentration (fraction massique)
Trifluorométhane	75-46-7	≥99.9 % (qualité supérieure ≥99.95 %)

3.3 Informations sur les impuretés

Impureté	Qualité supérieure	Premier choix
Acidité (en HCl)	≤0.1 ppm	≤1 ppm
Humidité	≤5 ppm	≤10 ppm
Résidu d'évaporation	≤100 ppm	≤100 ppm
Gaz non condensables (25 °C, volume)	≤1.5%	≤1.5%

Chlorures	Conforme	Conforme
-----------	----------	----------

4 Mesures de premiers secours

4.1 Description des mesures de premiers secours nécessaires

Conseil général : Retirer immédiatement la personne de la zone contaminée. Maintenir au chaud et au repos. Présenter cette fiche de données de sécurité au médecin traitant.

Inhalation :

- Faire rapidement passer la personne à l'air frais. Maintenir les voies respiratoires dégagées.
- Si la respiration est difficile, administrer de l'oxygène.
- Si la respiration s'est arrêtée, pratiquer la respiration artificielle (utiliser un masque à valve et ballon ou un masque de poche ; éviter la respiration bouche à bouche).
- Si le battement cardiaque s'est arrêté, commencer immédiatement un massage cardiaque (RCR).
- Maintenir la personne au chaud et au repos. Surveiller attentivement.
- Consulter immédiatement un médecin.

Contact avec la peau (gelure) :

- Rincer immédiatement la zone gelée abondamment à l'eau tiède (37-40 °C / 98.6-104 °F) pour favoriser le réchauffement.
- Ne PAS utiliser d'eau chaude (>40 °C) ou de chaleur directe (par ex. radiateurs électriques).
- Éviter de frotter les zones gelées afin de ne pas aggraver les lésions tissulaires.
- Retirer délicatement les vêtements congelés. Si les vêtements adhèrent à la peau, ne pas forcer l'arrachage ; découper autour de la zone adhérente.
- Couvrir la plaie avec un pansement stérile.
- Consulter immédiatement un médecin.

Contact avec les yeux :

- Maintenir les paupières ouvertes et rincer immédiatement abondamment à l'eau courante ou à une solution physiologique pendant au moins 15 minutes.
- Assurer un rinçage complet de toutes les parties du globe oculaire en soulevant les paupières supérieure et inférieure.
- Retirer les lentilles de contact avant le rinçage si possible.
- Consulter immédiatement un médecin, de préférence un ophtalmologiste.

Ingestion :

Non applicable. Ce produit est un gaz à température ambiante et ne peut pas être ingéré.

4.2 Symptômes et effets les plus importants, aigus et retardés

- Inhalation aiguë : étourdissements, somnolence, céphalées, nausées, perte de coordination, perte de connaissance, arythmie.
- Inhalation à fortes concentrations : peut provoquer une asphyxie simple (déplacement de l'oxygène dans l'air) et une sensibilisation cardiaque (arythmie).
- Contact de la peau avec le liquide : gelure (la peau blanchit, se durcit, douleur, ampoules).
- Contact des yeux avec le liquide : gelure grave, lésion cornéenne, trouble visuel.

4.3 Indication de toute attention médicale immédiate et traitement spécial nécessaire

Note pour le médecin :

- Traiter symptomatiquement. Maintenir la perméabilité des voies respiratoires. Administrer de l'oxygène si nécessaire.
- Surveiller la fonction cardiaque ; une exposition à forte concentration peut provoquer une arythmie.
- Éviter les médicaments catécholaminergiques tels que l'épinéphrine (peuvent augmenter la sensibilité du myocarde aux hydrocarbures fluorés, induisant une fibrillation ventriculaire).
- Traiter la gelure par des méthodes classiques : réchauffement à l'eau tiède (37-40 °C). Ne jamais utiliser de chaleur sèche ni de friction.
- En cas de suspicion d'exposition aux produits de décomposition thermique (HF), traiter comme une intoxication par le fluorure d'hydrogène. Surveiller le calcium sérique et administrer du gluconate de calcium si nécessaire.

5 Mesures de lutte contre l'incendie

5.1 Moyens d'extinction

Moyens d'extinction appropriés : Ce produit est non inflammable. Utiliser des agents extincteurs appropriés pour l'incendie environnant. Le dioxyde de carbone, la poudre chimique sèche, l'eau pulvérisée ou la mousse peuvent être utilisés.

Moyens d'extinction inappropriés : Aucune restriction spécifique.

5.2 Dangers spécifiques résultant de la substance ou du mélange

- Ce produit est non inflammable. Pas de point d'éclair. Pas de limites d'explosivité.
- Se décompose à haute température (>400 °C), produisant des gaz toxiques et corrosifs : fluorure d'hydrogène, monoxyde de carbone, fluorure de carbonyl, etc.
- Les bouteilles peuvent éclater sous l'effet de la chaleur en raison de l'augmentation de la pression interne. Ce risque est particulièrement critique lorsque la température ambiante s'approche ou dépasse la température critique (25.9 °C).

- Peut réagir avec les métaux alcalins, les métaux alcalino-terreux et la poudre d'aluminium dans des conditions spécifiques.

5.3 Produits de combustion dangereux

Fluorure d'hydrogène (HF), monoxyde de carbone (CO), fluorure de carbonyle (COF₂), autres composés fluorés

5.4 Conseils aux pompiers

- Les pompiers doivent porter un appareil respiratoire autonome à pression positive (SCBA) et un équipement complet de protection contre l'incendie.
- Éloigner les conteneurs de la zone d'incendie si cela peut être fait en toute sécurité.
- Pulvériser de l'eau pour refroidir les conteneurs exposés au feu jusqu'à la fin de la lutte contre l'incendie.
- Si les conteneurs exposés au feu changent de couleur ou émettent des bruits provenant des dispositifs de relaxation de pression, évacuer immédiatement.
- Isoler le lieu de l'accident. L'accès aux personnes non autorisées est interdit.
- Éviter de diriger des jets d'eau directement sur le gaz liquéfié fuyant, car cela accélère l'évaporation et la dispersion.

6 Mesures en cas de libération accidentelle

6.1 Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence

- Évacuer rapidement le personnel de la zone de fuite vers des endroits au vent. Isoler la zone et restreindre strictement l'accès.
- Les intervenants d'urgence doivent porter un SCBA à pression positive, des vêtements de travail généraux, des gants de protection contre le froid et des lunettes de sécurité.
- Pénétrer sur le site par la direction au vent.
- Fermer la source de fuite si possible.
- Ne pas toucher ni marcher sur le matériau répandu.
- Désigner du personnel de contact d'urgence et se tenir prêt à un soutien extérieur.

6.2 Précautions environnementales

- Empêcher le gaz de pénétrer dans les égouts, les sous-sols ou les espaces clos.
- Prévoir une ventilation adéquate pour accélérer la dispersion.
- **Prêter une attention particulière au contrôle des émissions de gaz à effet de serre lors des fuites importantes.** Le R23 a un GWP de 14,700. La récupération doit être priorisée afin d'empêcher le rejet dans l'atmosphère.
- Éviter le rejet dans l'atmosphère, les milieux aquatiques et le sol.

6.3 Méthodes et matériaux de confinement et de nettoyage

- **Petites fuites** : Renforcer la ventilation pour accélérer la dispersion du gaz. Surveiller les niveaux d'oxygène afin de prévenir l'asphyxie.
- **Grandes fuites** :
 - Fermer la vanne de la source de fuite (si la manipulation est sûre).
 - Utiliser un équipement dédié de récupération de gaz pour récupérer le gaz (méthode privilégiée pour le recyclage).
 - Si la récupération est impossible, utiliser une pulvérisation d'eau pour diluer et dissoudre, mais empêcher la contamination de l'eau.
 - Si la vanne de la bouteille ne peut pas être fermée, immerger la bouteille dans une solution alcaline pour un traitement par absorption.
- **Élimination d'une fuite de bouteille** : Déplacer la bouteille vers une zone sûre et bien ventilée et la vider lentement. Si la vanne ne peut pas être fermée, contacter le fournisseur pour une prise en charge professionnelle.

6.4 Référence

Voir la Section 8 (Contrôles d'exposition/protection individuelle) et la Section 13 (Considérations relatives à l'élimination).

Avertissement spécial : La densité de vapeur du R23 est environ 2,4 fois celle de l'air. Elle s'accumulera dans les zones basses et les espaces clos, créant un environnement déficient en oxygène. Avant d'entrer dans des espaces clos ou des zones basses, la teneur en oxygène doit être mesurée ($\geq 19.5\%$) avec une surveillance de standby par une autre personne.

7 Manipulation et stockage

7.1 Précautions d'emploi en toute sécurité

- Opérer dans un système clos. Prévoir une ventilation naturelle ou d'extraction locale adéquate.
- Le personnel doit recevoir une formation spécialisée, suivre strictement les procédures opératoires et détenir les certifications appropriées.
- Empêcher la fuite de gaz dans l'air du lieu de travail.
- Éviter le contact avec les métaux réactifs et les comburants forts.
- Manipuler les bouteilles avec précaution. Éviter d'endommager les bouteilles et les accessoires. Ne pas laisser tomber, glisser, rouler ni heurter.
- Équiper le lieu de travail d'un équipement de traitement des fuites d'urgence.
- Interdiction de fumer, de manger ou de boire sur le lieu de travail.
- Porter des gants isolants thermiques et des lunettes de sécurité lors de la manipulation du liquide afin de prévenir les gelures.
- Utiliser des systèmes et équipements de ventilation anti-déflagrants.

- Inspecter régulièrement les bouteilles, vannes et tuyauteries pour détecter les fuites.
- Éviter les environnements à haute température sur le lieu de travail. Veiller tout particulièrement à ce que la température ambiante ne dépasse pas 25 °C (proche de la température critique).

7.2 Conditions de stockage en sécurité, y compris les incompatibilités

- Stocker dans un entrepôt frais, sec et bien ventilé réservé aux gaz non inflammables.
- La température de stockage ne doit pas dépasser 25 °C (proche de la température critique de 25.9 °C ; la dépasser provoquera un état supercritique et une augmentation de pression). Tenir à l'écart du feu, des sources de chaleur et de la lumière solaire directe.
- Stocker séparément des comburants et des métaux réactifs. Ne pas stocker en mélange.
- La zone de stockage doit être équipée d'un équipement de traitement des fuites d'urgence.
- Les bouteilles doivent être stockées verticalement, avec les capuchons de vanne et les anneaux amortisseurs correctement en place. Fixer les bouteilles pour éviter la chute.
- Utiliser un éclairage et une ventilation anti-déflagrants.
- Ne pas utiliser de matériel ni d'outils mécaniques susceptibles de produire des étincelles.
- Coefficient de remplissage maximal : 0.76 kg/L.
- Afficher des panneaux d'avertissement de sécurité clairs dans la zone de stockage.
- Mettre en œuvre des procédures de réception/expédition et de garde à deux personnes.

Note sur la température de stockage : Le R23 a une température critique de seulement 25.9 °C. Dans les environnements estivaux à haute température, le milieu dans la bouteille peut facilement atteindre ou dépasser la température critique, entrant dans un état supercritique. À ce stade, quelle que soit la pression appliquée, le gaz ne peut être liquéfié, et la pression de vapeur sera égale ou proche de la pression critique (4.84 MPa / 701.6 psia), ce qui constitue une menace grave pour la sécurité de la bouteille. La température de l'environnement de stockage ne doit pas dépasser 25 °C, et une surveillance de la température avec dispositifs d'alarme de surtempérature doit être prévue.

7.3 Utilisations finales spécifiques

Réservé à un usage industriel. Le personnel doit être professionnellement formé. Applications principales : fluide frigorigène à très basse température pour l'étage à basse température des systèmes de réfrigération en cascade (température d'évaporation -80 °C à -100 °C), agent d'extinction pour les systèmes d'inondation totale, gaz de gravure dans la fabrication de semiconducteurs. Interdit pour le contact avec les aliments, l'inhalation médicale ou d'autres usages non approuvés.

8.1 Paramètres de contrôle

VLE-PT Chine	Aucune limite légale établie. Référence recommandée : TLV ACGIH : 1000 ppm (TWA, 8 heures)
TLV-TWA ACGIH (États-Unis)	1000 ppm (env. 2890 mg/m ³), moyenne pondérée dans le temps
PEL-TWA OSHA (États-Unis)	1000 ppm (TWA de 8 heures)
MAK allemande	1000 ppm (env. 2900 mg/m ³)
Limite d'exposition biologique	Non établi

Note : Selon GBZ 2.1-2019 « Valeurs limites d'exposition aux facteurs dangereux sur le lieu de travail - Partie 1 : Facteurs chimiques dangereux », cette substance n'est actuellement pas répertoriée dans le tableau des valeurs limites d'exposition professionnelle de Chine. Il est recommandé d'utiliser les normes internationales comme référence lors des opérations.

8.2 Méthodes de surveillance de l'exposition

Chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme (GC-FID) ou spectrométrie de masse (GC-MS) ; spectroscopie infrarouge non dispersive (NDIR)

8.3 Contrôles techniques appropriés

- Enfermer les procédés de production. Prévoir une ventilation d'extraction générale ou locale.
- Prévoir des douches de sécurité et des stations de lavage oculaire.
- Installer des alarmes de détection de gaz (surveillance de l'oxygène et du fluorure) dans les zones où des fuites importantes peuvent se produire.
- Utiliser un matériel électrique anti-déflagrant.

8.4 Mesures de protection individuelle

Protection respiratoire :

- Conditions normales (concentration dans l'air inférieure aux limites) : aucune protection spéciale requise.
- À concentrations plus élevées : masque demi-visage avec cartouches pour vapeurs organiques/gaz acides recommandé.
- Environnements à forte concentration ou sauvetage/évacuation d'urgence : appareil respiratoire autonome à pression positive (SCBA) requis.

Protection oculaire :

- Opérations normales : aucune protection spéciale requise.
- Lors de la manipulation de liquide ou d'un contact liquide possible : des lunettes de sécurité chimiques ou une visière doivent être portées afin de prévenir les gelures.

Protection de la peau :

- Protection des mains : gants de travail généraux pour les opérations normales ; gants isolants thermiques contre le froid (par ex. gants à glace carbonique, gants de cuir pour le froid) pour le contact liquide.

- Protection du corps : vêtements de travail généraux pour les opérations normales ; combinaison pour le froid pour le contact liquide.
- Autres : interdiction de fumer sur le lieu de travail. Éviter l'inhalation à forte concentration. Lors de l'entrée dans des cuves, espaces confinés ou autres zones à forte concentration, une surveillance de standby par une autre personne est requise.

8.5 Mesures d'hygiène

- Retirer les vêtements contaminés immédiatement après le travail. Laver la peau soigneusement.
- Maintenir de bonnes habitudes d'hygiène personnelle.
- Les lieux de travail doivent être équipés de stations de lavage oculaire et de douches d'urgence.

9 Propriétés physiques et chimiques

9.1 Propriétés physiques et chimiques de base

Aspect	Gaz incolore avec une légère odeur étherée ; gazeux à la température et à la pression ambiantes ; liquide transparent incolore sous pression
Seuil d'odeur	Aucune donnée disponible (légère odeur étherée)
pH	Non applicable (gaz)
Point de fusion	-155.0 °C (-247.0 °F)
Point d'ébullition (101.3 kPa)	-82.1 °C (-115.8 °F)
Point d'éclair	Aucun (gaz non inflammable)
Vitesse d'évaporation	Aucune donnée disponible
Inflammabilité (gaz)	Non inflammable
Limites d'explosivité supérieure/inférieure	Non applicable (gaz non inflammable)
Pression de vapeur (25 °C)	Env. 4.84 MPa (4840 kPa) — proche de la pression critique ; une température légèrement supérieure à 25 °C atteint l'état supercritique
Densité de vapeur (air = 1)	Env. 2.4 (plus lourd que l'air)
Densité du liquide (au point d'ébullition)	Env. 1.445 g/cm ³
Solubilité	Légèrement soluble dans l'eau (env. 0.1 g/L à 25 °C) ; soluble dans l'éthanol, l'éther et autres solvants organiques

Coefficient de partage (log P, octanol/eau)	Env. 0.64
Température d'auto-inflammation	Non applicable (non inflammable)
Température de décomposition	>400 °C (début de la décomposition thermique)

9.2 Propriétés thermodynamiques

Température critique	25.9 °C (78.6 °F) — proche de la température ambiante ; nécessite une attention particulière
Pression critique	4.836 MPa (4836 kPa / 701.6 psia)
Densité critique	0.528 g/cm ³
Volume critique	133 cm ³ /mol
Chaleur de vaporisation (au point d'ébullition)	Env. 231 kJ/kg
Chaleur spécifique du liquide (au point d'ébullition)	Env. 1.88 kJ/(kg·°C)
Chaleur spécifique du gaz (25 °C, pression constante)	0.726 kJ/(kg·°C)

9.3 Autres données de sécurité

Classe de sécurité ASHRAE	A1 (non toxique, non inflammable)
Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone (ODP)	0 (n'appauvrit pas la couche d'ozone ; voir Section 12.6)
Potentiel de réchauffement climatique (GWP, horizon 100 ans)	14,700 (effet de serre extrêmement élevé ; voir Section 12.6)
Durée de vie atmosphérique	Env. 270 ans

Note sur la température critique : Le R23 a une température critique de 25.9 °C, l'une des plus basses parmi les fluides frigorigènes courants. Cela signifie :

- En dessous de 25 °C, le R23 peut exister sous forme liquide sous pression (gaz liquéfié sous haute pression) ;

- Au-dessus de 25.9 °C, le R23 entre dans un état supercritique et ne peut être liquéfié par la seule pression. La pression de vapeur est égale ou proche de la pression critique ;
- Dans les applications pratiques, le R23 est principalement utilisé dans l'étage à basse température des systèmes de réfrigération en cascade (température d'évaporation -80 °C à -100 °C) et n'est pas utilisé seul pour la réfrigération classique ;
- La température doit être strictement contrôlée pendant le transport et le stockage afin de prévenir l'état supercritique et la surpression.

10 Stabilité et réactivité

10.1 Réactivité

Chimiquement stable à la température et à la pression normales. Peu enclin aux réactions chimiques.

10.2 Stabilité chimique

Stable à la température et à la pression normales.

10.3 Possibilité de réactions dangereuses

- Décomposition thermique à haute température (>400 °C), produisant un fluorure d'hydrogène toxique, du monoxyde de carbone et du fluorure de carbonyle.
- Peut réagir avec les métaux alcalins, les métaux alcalino-terreux et la poudre d'aluminium à haute température ou dans des conditions spécifiques.
- Peut subir des réactions d'oxydoréduction avec des comburants forts.

10.4 Conditions à éviter

Haute température, flamme nue, sources de chaleur directe, surpression de la bouteille. Attention particulière : éviter que la température ambiante dépasse la température critique de 25.9 °C.

10.5 Matériaux incompatibles

Métaux réactifs (sodium, potassium, calcium, poudre d'aluminium, poudre de magnésium, etc.), comburants forts

10.6 Produits de décomposition dangereux

Fluorure d'hydrogène (HF), monoxyde de carbone (CO), fluorure de carbonyle (COF₂), autres composés fluorés

10.7 Polymérisation dangereuse

Ne se produira pas.

11 Informations toxicologiques

11.1 Toxicité aiguë

CL par inhalation chez le rat ₅₀ (4 heures)	>500,000 ppm (au-dessus de 50 % en volume, concentration maximale testée)
CL par inhalation chez la souris ₅₀ (2 heures)	>700,000 ppm
DL cutanée chez le lapin ₅₀	Aucune donnée (substance gazeuse)

11.2 Irritation/Corrosion cutanée

Le contact avec le liquide peut provoquer des gelures (blessure physique) mais n'est pas une substance chimiquement corrosive. Classification SGH : aucune classification d'irritation/corrosion cutanée (gelure physique uniquement).

11.3 Irritation/Corrosion oculaire

Le contact avec le liquide peut provoquer des gelures graves et des lésions cornéennes. Classification SGH : aucune classification spécifique d'irritation oculaire (effet de gelure physique).

11.4 Sensibilisation respiratoire ou cutanée

Aucune sensibilisation rapportée. Les études animales existantes et les données épidémiologiques ne montrent pas d'effets sensibilisateurs.

11.5 Mutagénicité sur les cellules germinales

Les tests in vitro et in vivo (test d'Ames, test des aberrations chromosomiques, test du micronoyau chez la souris, etc.) n'ont montré aucun effet mutagène.

11.6 Cancérogénicité

Insuffisance de preuves de cancérogénicité.

- IARC (Centre international de recherche sur le cancer) : non classé
- ACGIH (Conférence américaine des hygiénistes industriels gouvernementaux) : Groupe A4 (non classable comme cancérogène pour l'homme)
- EPA (Agence de protection de l'environnement des États-Unis) : non classé

11.7 Toxicité pour la reproduction

Les études animales n'ont montré aucune toxicité reproductive ni toxicité du développement significatives à fortes concentrations (>50,000 ppm). Aucune donnée de toxicité reproductive humaine disponible.

11.8 Toxicité spécifique d'organe cible - exposition unique

- Effets narcotiques (Catégorie 3) : l'inhalation à forte concentration peut provoquer une dépression du système nerveux central, se manifestant par des étourdissements, une somnolence, des céphalées et une perte de connaissance.

- Effets cardiaques : l'exposition à forte concentration peut provoquer une arythmie, en particulier sous stress ou lors d'un exercice (sensibilisation cardiaque aux catécholamines).
- Asphyxie simple : à fortes concentrations, peut déplacer l'oxygène de l'air, provoquant une asphyxie hypoxique.

11.9 Toxicité spécifique d'organe cible - exposition répétée

L'exposition répétée à faible concentration n'a montré aucune toxicité significative pour les organes cibles. Les études d'inhalation prolongée chez l'animal (à forte concentration) n'ont pas révélé de lésion d'organe définitive.

11.10 Danger par aspiration

En tant que gaz, la pneumonie d'aspiration n'est généralement pas un problème. Toutefois, l'inhalation à forte concentration peut provoquer une dépression du système nerveux central, une sensibilisation cardiaque et une asphyxie simple.

12 Informations écologiques

12.1 Écotoxicité

Toxicité aiguë pour les poissons (CL ₅₀ , 96 h)	> 100 mg/L (faible toxicité pour les poissons)
Toxicité aiguë pour Daphnia (CE ₅₀ , 48 h)	> 100 mg/L
Inhibition de la croissance des algues (CE ₅₀ , 72 h)	> 100 mg/L
Toxicité bactérienne	Aucune donnée disponible

12.2 Persistance et dégradabilité

- Dégradation atmosphérique : principalement dégradé par réaction avec les radicaux hydroxyle. Durée de vie atmosphérique : environ 270 ans (extrêmement persistant).
- Biodégradabilité : non facilement biodégradable (résistant à la décomposition microbienne).
- Hydrolyse : non facilement hydrolysé à température ambiante.
- Photolyse : peut subir une dégradation photochimique dans l'atmosphère, mais à un rythme très lent.

12.3 Potentiel de bioaccumulation

log P = 0.64. Faible potentiel de bioaccumulation (en dessous du seuil de bioconcentration de log P = 4.5).

12.4 Mobilité dans le sol

En tant que gaz, il se volatilise facilement. La faible solubilité dans l'eau entraîne une mobilité élevée. Après pénétration dans le sol, il se volatilise facilement dans l'atmosphère.

12.5 Résultats de l'évaluation PBT et vPvB

Ne répond pas aux critères PBT (persistant, bioaccumulable et toxique)/vPvB (très persistant et très bioaccumulable). Toutefois, sa durée de vie atmosphérique extrêmement longue (270 ans) présente des caractéristiques de persistance élevée.

12.6 Autres effets néfastes

Avertissement de Potentiel de Réchauffement Climatique (GWP) extrêmement élevé :

- **Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone (ODP) :** 0 (n'appauvrit pas la couche d'ozone ; substance HFC non ODS)
- **Potentiel de réchauffement climatique (GWP, horizon temporel de 100 ans) :** 14,700 (par rapport à $\text{CO}_2 = 1$) — l'une des valeurs de GWP les plus élevées parmi les fluides frigorigènes courants
- **Durée de vie atmosphérique :** Environ 270 ans (extrêmement résistant à la dégradation naturelle)
- Le GWP du R23 est environ 11 fois celui du R134A ($\text{GWP} = 1,300$) et 14,700 fois celui du CO_2
- Un rejet à grande échelle aurait un impact sévère sur le réchauffement climatique. Les émissions doivent être strictement contrôlées, en privilégiant la récupération et le recyclage.

13 Considérations relatives à l'élimination

13.1 Méthodes de traitement des déchets

Produit/résidus :

- **La libération directe dans l'atmosphère est strictement interdite** ($\text{GWP} = 14,700$, effet de serre extrêmement élevé).
- La récupération et la régénération pour le recyclage constituent la méthode de traitement privilégiée.
- Si le recyclage est impossible, envoyer à une installation qualifiée de traitement des déchets dangereux.
- L'incinération à haute température peut être utilisée ; les émissions de fluorure des gaz d'incinération doivent être éliminées par des laveurs alcalins.
- Des technologies avancées telles que la décomposition par plasma ou la décomposition catalytique peuvent être utilisées.
- Ne pas rejeter dans les égouts, les milieux aquatiques ou le sol.

Emballages contaminés :

- Les bouteilles vides doivent être retournées au fournisseur ou à une installation de traitement qualifiée. Ne pas jeter ni découper sans autorisation.

- Les bouteilles vides conservant une pression résiduelle doivent être gérées comme des déchets dangereux.

13.2 Précautions particulières pour l'élimination

- Consulter les réglementations nationales et locales avant l'élimination, telles que la « Loi de la République populaire de Chine sur la prévention et le contrôle de la pollution de l'environnement par les déchets solides » et la « Norme de contrôle de la pollution pour le stockage des déchets dangereux ».
- Les opérateurs doivent porter l'équipement de protection individuelle approprié (voir Section 8).
- Assurer une ventilation adéquate afin de prévenir l'asphyxie.
- L'élimination doit être effectuée par des entités qualifiées.
- Les dossiers d'élimination doivent être conservés.
- **En tant que substance à GWP extrêmement élevé, l'élimination du R23 doit respecter strictement les exigences de réduction des émissions de l'Amendement de Kigali et des réglementations pertinentes de contrôle des HFC.**

14 Informations sur le Transport

14.1 Numéro ONU

1984 (Trifluorométhane, gaz liquéfié sous haute pression)

14.2 Désignation officielle de transport ONU

TRIFLUOROMÉTHANE / GAZ FRIGORIGÈNE R 23

14.3 Classe de danger de transport

Classe 2.2 — Gaz non inflammable, non toxique

14.4 Groupe d'emballage

Non applicable (les gaz de Classe 2 n'ont pas de classification de groupe d'emballage)

14.5 Marque d'emballage

- Étiquette de danger principale : étiquette de gaz non inflammable, non toxique (verte, Classe 2.2)
- Étiquette de danger subsidiaire : Aucune

14.6 Méthode d'emballage

- Bouteilles en acier sans soudure conformes à GB 5099 « Bouteilles à gaz en acier sans soudure » ou à des normes équivalentes.
- Spécifications courantes : bouteilles de 13.6 kg, 50 kg, 100 kg, 400 kg, 800 kg.
- Coefficient de remplissage maximal : 0.76 kg/L.
- Sens de filetage de la sortie de vanne de bouteille : filetage à droite (pour gaz non inflammables, non toxiques).

14.7 Exigences spécifiques selon le mode de transport

Transport routier (GB/T 12268) :

- Les véhicules de transport doivent disposer d'une qualification pour le transport de marchandises dangereuses.
- Les bouteilles doivent avoir les capuchons de vanne et les anneaux amortisseurs correctement en place.
- Les bouteilles sont généralement couchées avec les sorties de vanne orientées dans la même direction ; sans croisement. La hauteur ne doit pas dépasser les garde-corps du véhicule.
- En été, transporter tôt le matin ou en soirée. Éviter l'exposition au soleil. **Attention particulière : la température ambiante ne doit pas dépasser 25 °C** afin d'éviter de s'approcher de la température critique et la surpression.
- Suivre les itinéraires désignés. Ne pas s'arrêter dans les zones résidentielles ou densément peuplées.
- Les véhicules de transport doivent être équipés de dispositifs de surveillance de la température.

Transport ferroviaire (Règlement sur le transport ferroviaire des marchandises dangereuses) :

- Pas de roulage libre (manœuvre par gravité interdite).
- Transport en wagons fermés. Bouteilles stockées verticalement ou couchées et arrimées.

Transport maritime (Code IMDG) :

- ONU 1984, Classe 2.2
- Polluant marin : N°
- Catégorie de stuvage : A (peut être arrimé sur le pont ou sous le pont)
- Tenir à l'écart des sources de chaleur. Maintenir une bonne ventilation.

Transport aérien (ICAO/IATA DGR) :

- ONU 1984, Classe 2.2
- Gaz non inflammable, non toxique
- Transportable à bord des aéronefs de passagers et de fret (sous réserve des limites de quantité d'emballage)

14.8 Précautions de transport

- Ne pas transporter avec des comburants, des métaux réactifs ou des produits chimiques alimentaires.
- Les véhicules de transport doivent être équipés d'un équipement d'extinction approprié et d'un équipement de traitement des fuites d'urgence.
- Le personnel de transport doit être spécialement formé et certifié.
- Protéger de l'exposition au soleil, de la pluie et des températures élevées pendant le transport.
Contrôler strictement que la température de transport ne dépasse pas 25 °C.
- Lors des arrêts en cours de route, garder à l'écart du feu, des sources de chaleur et des zones à haute température.
- Les tuyaux d'échappement des véhicules doivent être équipés de pare-étincelles.

- Charger et décharger avec précaution afin d'éviter d'endommager les bouteilles et les accessoires.

15 Informations réglementaires

15.1 Réglementation chinoise

- **Règlement sur la gestion sûre des produits chimiques dangereux** (Décret du Conseil d'État n° 591) : gestion sûre de la production, du stockage, de l'utilisation, de la distribution et du transport des produits chimiques dangereux
- **Catalogue des produits chimiques dangereux** (Édition 2015) : substance listée
- **Normes de classification et d'étiquetage des produits chimiques** (série GB 30000) : normes de classification et d'étiquetage SGH
- **Fiche de Données de Sécurité pour les produits chimiques - Contenu et ordre** (GB/T 16483-2008) : norme de compilation de la FDS
- **Règlement sur l'utilisation sûre des produits chimiques sur le lieu de travail** (Document du ministère du Travail n° 423 [1996])
- **Valeurs limites d'exposition aux facteurs dangereux sur le lieu de travail - Partie 1 : Facteurs chimiques dangereux** (GBZ 2.1-2019)
- **Règlement technique de sécurité des bouteilles à gaz** (TSG 23-2021)
- **Règlement sur le transport routier des marchandises dangereuses**
- **Loi sur la sécurité de la production de la République populaire de Chine**
- **Loi de la République populaire de Chine sur la prévention et le contrôle de la pollution atmosphérique** : incluant la gestion des gaz à effet de serre
- **Loi de la République populaire de Chine sur la prévention et le contrôle de la pollution de l'environnement par les déchets solides**
- **Règlement sur la gestion des substances appauvrissant la couche d'ozone** : substance non contrôlée (ODP=0), mais doit respecter les réglementations de contrôle des HFC
- **Amendement de Kigali au Protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone** : La Chine l'a ratifié. Le R23, en tant que substance HFC à GWP extrêmement élevé, est inclus dans le calendrier de contrôle et d'élimination progressive.

15.2 Réglementation internationale

- **ONU SGH (Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques)** : 8e édition révisée
- **Protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone** : Substance non contrôlée appauvrissant la couche d'ozone (ODP=0)
- **Amendement de Kigali au Protocole de Montréal (2016)** : Le R23, en tant que substance HFC à GWP extrêmement élevé (14,700), est inclus dans le contrôle mondial d'élimination progressive des HFC. Toutes les parties doivent réduire progressivement la production et la consommation de HFC selon les calendriers convenus.

- **Protocole de Kyoto / Accord de Paris** : Inscrit dans l'inventaire des gaz à effet de serre (catégorie HFC). Le R23 reçoit une attention particulière en raison de son GWP extrêmement élevé.
- **Règlement de l'UE sur les gaz fluorés (UE 517/2014)** : Le R23 est inscrit comme gaz à effet de serre fluoré contrôlé. Les substances dont le GWP ≥ 150 sont soumises à un contrôle strict et à des restrictions de quota. Le R23 (GWP=14,700) est classé comme substance à GWP extrêmement élevé faisant l'objet d'une élimination progressive.
- **Réglementation UE REACH (CE 1907/2006)** : Substance enregistrée inscrite
- **Réglementation UE CLP (CE 1272/2008)** : Règlement de classification, d'étiquetage et d'emballage
- **Programme SNAP de l'EPA des États-Unis** : Approuvé pour certaines applications de réfrigération et de suppression d'incendie, mais les restrictions se resserrent.
- **Loi AIM des États-Unis (American Innovation and Manufacturing Act)** : Exige une réduction progressive de la production et de l'utilisation des HFC. Le R23 fait l'objet d'une élimination progressive prioritaire en raison de son GWP extrêmement élevé.
- **OSHA HCS 2012 des États-Unis** : Norme de communication des dangers
- **DOT 49 CFR des États-Unis** : Règlements sur le transport des matières dangereuses
- **ADR/RID** : Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route et par chemin de fer
- **Code IMDG** : Code maritime international des marchandises dangereuses
- **IATA DGR** : Réglementation sur les marchandises dangereuses de l'Association du transport aérien international

16 Autres informations

16.1 Références

- Guide de poche NIOSH sur les dangers chimiques
- Fiche internationale de sécurité chimique (ICSC) n° 0577
- Base de données des composés PubChem (CID 6376)
- Base de données de composés PubChem (CID 6376)
- Manuel ASHRAE - Systèmes et applications de réfrigération
- Secrétariat de l'ozone du PNUE - Amendement de Kigali au Protocole de Montréal
- Cinquième Rapport d'évaluation du GIEC (AR5) - Données GWP
- GB/T 16483-2008 « Fiche de Données de Sécurité pour les produits chimiques - Contenu et ordre »
- série GB 30000 « Normes de classification et d'étiquetage des produits chimiques »
- ONU « Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques » (SGH) 8e édition révisée

16.2 Abréviations

Abréviation	Nom complet
FDS/FDS-M	Fiche de Données de Sécurité / Fiche de Données de Sécurité Matérielle
SGH	Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques
CAS	Chemical Abstracts Service (numéro)
ONU	Nations Unies (numéro de marchandises dangereuses)
ODP	Potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone
GWP	Potentiel de réchauffement climatique
HFC	Hydrofluorocarbone
LC ₅₀	Concentration létale, 50 %
LD ₅₀	Dose létale, 50 %
TLV-TWA	Valeur limite seuil - moyenne pondérée dans le temps
PEL	Limite d'exposition admissible
ARI	Appareil respiratoire autonome (SCBA)
PBT	Persistant, Bioaccumulable et Toxique
Loi AIM	American Innovation and Manufacturing Act

16.3 Clause de non-responsabilité

La présente Fiche de Données de Sécurité (SDS) est compilée conformément à GB/T 16483-2008 et à la norme ONU SGH. Elle est destinée à fournir des conseils sur l'utilisation, la manipulation et l'élimination sûres du produit. Les informations ne servent que de guide de sécurité opérationnel et ne constituent pas une garantie des spécifications ou des performances du produit. Les utilisateurs doivent en évaluer l'applicabilité en fonction des scénarios d'utilisation spécifiques et des exigences réglementaires locales, et prendre les précautions de sécurité nécessaires. Le compilateur décline toute responsabilité légale pour toute perte directe ou indirecte découlant de l'utilisation des informations de ce document. Les données de ce document peuvent être mises à jour en fonction de nouvelles recherches et de changements réglementaires. Il est recommandé de consulter régulièrement la dernière version.